 ©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Messung der elektromotorischen Kraft des elektrischen Lichtbogens.

Von dem w. M. **Viktor v. Lang.**

(Mit 2 Holzschnitten.)

Der Widerstand galvanischer Elemente, von denen gleiche Exemplare zu Gebote stehen, kann bekanntlich mit der Wheatstone'schen Brücke dadurch bestimmt werden, dass man eine gleiche Anzahl derselben gegeneinander schaltet und den Widerstand dieser Combination auf die gewöhnliche Weise ermittelt. Dividirt man das gefundene Resultat durch die Anzahl der benützten Elemente, so erhält man den Widerstand eines derselben.

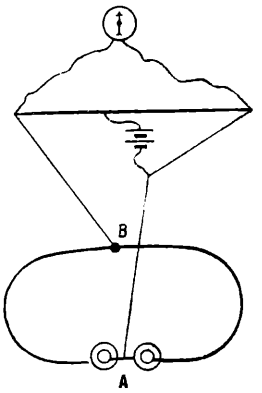
Eine andere Methode, welche auch eine gerade Anzahl gleicher Elemente erfordert, ist folgende: Sämmtliche $(2n)$ Elemente werden hintereinander geschaltet und durch einen passenden Drathwiderstand geschlossen. Auf diesem Drathe suche man nun zuerst den Punkt B, welcher dasselbe Potential hat wie der Halbirungspunkt A der Batterie auf der Verbindung des n^{ten} mit dem $(n+1)^{\text{ten}}$ Elemente. Hat man diesen Punkt B gefunden, so kann man dann auf die gewöhnliche Weise mit der Wheatstone'schen Brücke den Widerstand der Leitung zwischen den Punkten A und B bestimmen. Da zwischen A und B zwei, wenigstens näherungsweise identische Leitungen existiren, so wird der gefundene Widerstand, bei gehöriger Berücksichtigung der Zuleitungsdräthe, die Hälfte des Widerstandes der halben Batterie sein. Bei gleicher Anzahl von Elementen ist also das unmittelbare Beobachtungsresultat dieser Methode nur der vierte Theil von dem der ersten Methode.

Das Aufsuchen des Punktes B besteht natürlich darin, dass man auf dem Schliessungsdrath der Batterie den Punkt sucht,

der mit A verbunden keinen Strom gibt. Hiezu kann man gleich das Galvanometer der Wheatstone'schen Brücke benützen, nur darf dasselbe in diesem Falle nicht in die Brücke gelegt sein. Man kann ja bekanntlich in der ursprünglichen Wheatstone'schen Drathcombination, Messbatterie und Galvanometer vertauschen, welche Anordnung ja auch in dem Siemens'schen Universalgalvanometer befolgt ist.

Beistehender Holzschnitt, Fig. 1, gibt eine Übersicht der Schaltung nach der zweiten Methode. Bei einem mit dem Siemens'schen Universalgalvanometer und zwei kleinen Daniell'schen Elementen angestellten Versuche erhielt ich nach der ersten Methode als Gesammtwiderstand dieser zwei Elemente 0·69. Die beiden Elemente wurden hierauf hintereinander geschaltet und durch einen kurzen, dünnen Drath geschlossen; die zweite Methode ergab dann 0·17, was in der That der vierte Theil der ersten Zahl.

Fig. 1.



Nachdem ich so die Brauchbarkeit der zweiten Methode geprüft hatte, beschloss ich nach derselben die elektromotorische Gegenkraft des elektrischen Lichtbogens zu bestimmen. Edlund[1], welcher diese Erscheinung vor längerer Zeit auffand, bestimmte sie dadurch, dass er den scheinbaren Widerstand des elektrischen Lichtbogens bei verschiedener Entfernung der beiden Kohlen mass. Dieser Widerstand ist nicht wie ein gewöhnlicher proportional der Länge, sondern ist eine lineare Function derselben. Der constante Theil dieser Function kann als eine elektromotorische Gegenkraft aufgefasst werden.

Ähnliche Versuche wurden später mit Hilfe von Dynamomaschinen zuerst von Frölich[2] und in jüngster Zeit von Peukert[3] angestellt. Besonders die letzten Messungen scheinen

---

[1] Pogg. Ann. Bd. 131 (1867) S. 536. — Bd. 133 (1868) S. 353. — Bd. 134 (1868) S. 250, 337 — Bd. 139 (1870) S. 353. — Bd. 140 (1870) S. 552.

Elektrot. Zeitschrift 1883, S. 150.

[3] Zeitschrift für Elektrotechnik 1885, S. 111.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

sehr sorgfältig ausgeführt zu sein und gaben eine Gegenkraft von 35 Volt., welcher hohe Betrag offenbar Herrn Peukert befremdete, obwohl er mit dem Resultate meiner eigenen Messung in bester Übereinstimmung ist.

So wahrscheinlich nun die bisherigen Versuche, die Ansichten Edlund's über den Widerstand des elektrischen Lichtes machen, so bilden diese Versuche doch mehr eine indirecte Bestätigung, und es dürfte nicht ohne Interesse sein, durch den nachfolgenden Versuch auch einen directen Nachweis der elektromotorischen Gegenkraft des elektrischen Lichtes zu erhalten. Über die eigentliche Natur dieser Erscheinung gibt das Nachfolgende allerdings keinen Aufschluss.

Es wurden 58 Bunsenelemente mittlerer Grösse hintereinander geschaltet und durch zwei elektrische Lichter (L, L^1) möglichst symmetrisch geschlossen. Die beiden Lichter waren natürlich auch hintereinander geschaltet; zu denselben wurden Kohlenstäbe von 5 Mm. Durchmesser benützt. Beide Kohlen waren mittelst horizontaler Schlitten durch Schrauben verstellbar, so dass der Lichtbogen, dessen Bild mit einer Linse auf die Wand projicirt wurde, leicht regulirt werden konnte. Die Regulirung des einen Lichtes besorgte Prof. F. Exner, die des andern Dr. E. Lecher. Das gleichzeitige Brennen beider Lichter war freilich eine grosse Schwierigkeit, doch gelang es nach einigen Versuchen immerhin die beiden Lichter gleichzeitig und in gleicher Stärke für einige Secunden ohne Zischen zum Leuchten zu bringen. Die Entfernung der beiden Kohlen betrug hiebei freilich nur etwa $^1/_3$ Mm.

Das Siemens'sche Universalgalvanometer erwies sich in diesem Falle als viel zu empfindlich und wurde durch eine einfache Messbrücke mit geradem *Pt*-Drath (92 Cm. lang) ersetzt, unter Benützung einer verticalen Telegraphenbussole von Hipp. Als Messbatterie dienten sechs grössere Smee-Elemente und als Vergleichswiderstand eine Drathrolle von 4 *SE*.

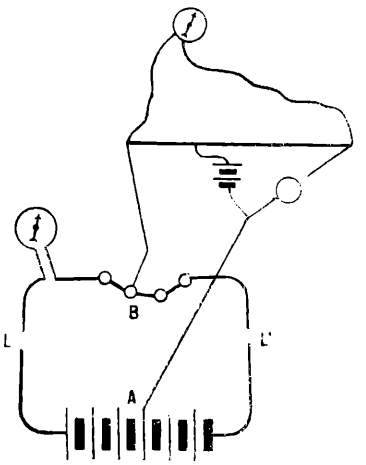
Von den beiden Punkten *A* und *B* lag der erstere natürlich auf der Verbindung des 28. mit dem 29. Elemente; der Punkt *B* dagegen an dem Ende einer Contactkurbel, welche über eine Reihe von eilf Widerständen zu 0·1 *SE* spielt. Diese Widerstände in den Kreis der Batterie symmetrisch eingeschaltet, waren je aus zwei Spiralen 2 Mm. dicken Kupferdrathes gebildet, und erwärmten

sich nur unbedeutend; sie reichten zur Auffindung des Punktes *B* nur hin, wenn die beiden Lichter nicht zu ungleich brannten.

Statt jedes Lichtes konnten auch Widerstände eingeschaltet werden, um dieselbe Stromstärke wie beim Leuchten der Kohlen zu erzielen. Hiezu standen nur zwei Widerstandskästen mit aufgerollten Dräthen von ungefähr 1 *Mm* Dicke zur Verfügung. Diese Dräthe erhitzten sich ungeheuer, was für den angegebenen Zweck ziemlich gleichgiltig ist. Wollte man jedoch aus den nachfolgenden Messungen nicht nur die elektromotorische Kraft des Lichtbogens, sondern auch seinen allerdings fast verschwindenden Widerstand ableiten, so müsste man den genauen Werth der eingeschalteten Widerstände kennen.

Zur Messung der Stromstärke war in der Hauptleitung eine Tangentenbussole eingeschaltet, welche durch eine Nebenschliessung ausgeschaltet werden konnte. Prof. K. Exner hatte die Güte, diese Bussole abzulesen; der Natur der Sache nach war dies auch mit grossen Schwierigkeiten verbunden, da die Nadel der Bussole meist mehr Zeit erfordert hätte, um ganz zur Ruhe zu kommen, als die Lichter constant erhalten werden konnten. Leider stand mir kein anderes Ampèremeter mit rascherer Angabe zur Verfügung. Der Holzschnitt, Fig. 2, gibt eine Übersicht der jetzigen Versuchsanordnung.

Fig. 2.



Mit den beiden Lichtern wurden nun im Ganzen folgende zwölf Messungen ausgeführt. Die erste Columne enthält die Ordnungszahl des Versuches, die zweite gibt die Stromstärke in Ampère, die dritte den beobachteten Widerstand in Centimeter. Dieser Widerstand wäre noch um den Widerstand der zwei Zuleitungsdräthe zur Brücke zu verringern und dann mit 2 zu multipliciren um den Widerstand der halben Batterie mehr dem eines Lichtes und der halben Hauptleitung zu erhalten.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

8. IV 1885	Nr. 2	7·21 *A*	1·77 Ω
	3	4·27	1·62
	4	4·27	1·62
	5	4·49	1·85
	8	4·27	1·89
	9	4·14	1·70
	10	4·49	1·70
	11	8·21	1·70
	12	4·49	1·85
	13	3·46	1·77
	14	4·27	1·96
	15	4·27	2·15
	Mittel	4·33	1·82

Bei Bildung dieses Mittels wurden die Beobachtungen 2, 11 und 13 nicht berücksichtigt, welche in der Stromstärke jedesfalls fehlerhaft sind.

Zwischen diesen Beobachtungen wurden solche angestellt, wo jedes der elektrischen Lichter durch einen Widerstand ersetzt war. Natürlich wurden beide Widerstände gleichgewählt und ist ihre gemeinsame Grösse in der nachfolgenden Aufzählung der Versuche in *S E.* angegeben. Dem früher Gesagten zufolge können aber diese Zahlen wegen der Erwärmung der Dräthe zu keinen weiteren Rechnungen benützt werden.

Nr. 1	8 *SE*	3·73 *A*	6·72 Ω
6	6	5·11	5·66
7	7	4·49	6·04
16	7	4·65	6·04
17	8	4·07	6·53
18	8	4·06	7·02
19	7	4·49	6·04
Mittel		4·37	6·29

Vergleicht man die Mittel beider Versuchsreihen, für welche die Stromstärke gleich ausfällt, so sieht man, dass die beobachteten Widerstände sich um 4·47 Ω, also für eine Hälfte der Hauptleitung um 8·94 Ω unterscheiden. Soviel beträgt somit der durch

die elektromotorische Gegenkraft eines der elektrischen Lichter compensirte Widerstand. Um daher diese Kraft selbst zu finden, haben wir nur diesen Widerstand mit der Stromstärke zu multipliciren, was eine elektromotorische Kraft von $39\,V$ gibt.

Auf die absolute Grösse der letzten Zahl lege ich natürlich keinen besonderen Werth. Dazu müsste der Versuch mehr als einmal und wo möglich mit einer stärkeren Batterie angestellt werden. Ich weiss aber nicht, ob ich in nächster Zeit im Stande sein werde, den Versuch zu wiederholen. Derartige Experimente sind mir nämlich durch die ungünstigen Räumlichkeiten des physikalischen Cabinets ungeheuer erschwert. Den beschriebenen Versuch mussten wir in einem wenige Quadratmeter grossen, niedrigen, gewölbten Raum ausführen, in welchen die Stiege mündet, die nach dem Keller führt, wo die Batterie aufgestellt war. Die Salpetersäuredämpfe, sowie das zur Ventilation nöthige Öffnen der Fenster verursachten mir einen heftigen Katarrh, der mich vor einer Wiederholung des Experimentes sehr abschreckt.

Namentlich wäre die Untersuchung auch für andere Körper, statt der Kohle durchzuführen.